Caldasia 16 (79): 531-538, 1991

EFECTO DE LA CANTIDAD Y FRECUENCIA ALIMENTARIA DE UNA DIETA EXPERIMENTAL SOBRE LA TASA DE CRECIMIENTO DE UN EJEMPLAR JUVENIL DE *CROCODYLUS INTERMEDIUS*, CROCODYLIA: CROCODYLIDAE.

JAIME A. RAMIREZ-PERILLA

Estación de Biología Tropical Roberto Franco (Depto. de Biología), Fac. de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. A.A. 23227; FAX 2225192. Santafé de Bogotá, COLOMBIA.

Resumen

Se evaluó la eficiencia biológica y conversión de una dieta experimental y su efecto sobre la velocidad de crecimiento (Longitud, LT, en mm.; y Peso Total, PT, en grs.) de una hembra juvenil de cocodrilo del Orinoco (*Crocodylus intermedius*). Se suministó alimento equivalente al 20% de la biomasa/mes en proporciones iguales cada 5 días (Experimento I, por 3 meses); 30% cada 5 días (Experimento II, 4 meses) y 30% cada 3 días (Experimento III, 4 meses). El % promedio de crecimiento diario en peso para cada uno de los experimentos fue de 0.28%, 0.34% y 0.40%, respectivamente, y en longitud de 0.096%, 0.13% y 0.10% en las mismas condiciones. Durante todo el ensayo el ejemplar creció 1.24 mm./día y aumentó 27.7 gr./día. El % de eficiencia global de la dieta fue de 41.91% y la Conversión máxima fue del 1.6:1 y la mínima de 5.49:1.

Abstract

One diet was tested during eleven months in one young female of Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) with three consecutives phases. Phase I (three months) with a feeding rate from 20% body weight for month its feed every five days; Phase Two (four months) with 30% body weight/month every five days and Phase three (four months) with 30% body weight/month every three days. Then biology eficience of diet was 45.3%, 36.8% y 43.57% for every experiment. The mean daily growth was 1.24 mm/day and 27.7 gr./day during eleven months.

Introducción

En 1800 Humboldt (Mcgillivray, 1832) registró un cocodrilo del Orinoco (*C. intermedius*) con 17 pies y 9 pulgadas de longitud (aproximadamente 5.41 mts.) y otro, un macho, con más de 23 pulgadas (aproximadamente 7 mts.), en el bajo Apure. Medem (1958) coleccionó una hembra de 3.45 mts. en el río Ariari, en el año de 1956 y Gorzula (sin fecha), en 1984, de 137 individuos que capturó en Venezuela, sólo cuatro tenían más de 1.5 mts de longitud total.

La predicción de edad de un cocodrilo con base en su tamaño es incierta dada la alta variabilidad individual en sus tasas de crecimiento (Dowlings & Brazaitis, 1966) a menos que sean muy jóvenes como ocurre con *Alligator mississipiensis* (Chabreck & Joanen, 1979).

C. intermedius se alimenta con más frecuencia y en cantidades mayores en época de invierno (estación lluviosa en el trópico) y, en general, su crecimiento es mucho más rápido que especies como *Caiman sclerops* y *Paleosuchus palpeobrosus* (Medem, 1981). La tasa de crecimiento de *C. intermedius* depende principalmente de la temperatura del agua y del ambiente (Medem, 1981) lo que ha sido corroborado para *A. mississipiensis* que requiere de 31 a 32°C como temperatura óptima para sus procesos digestivos y de asimilación (Coulson & Hernández, 1985).

Promedios de crecimiento para *C. intermedius* fueron evaluados por Medem (1981) siendo de 0.6 ± 0.24 mm./día y 4.04 gr./día como máximo.

Con monodietas de excelente calidad es posible lograr un rápido crecimiento pero pueden presentarse deficiencias reproductivas (Mcnease &

Joane, 1981) y mayores consumos pueden estimularse con mayores temperaturas ambientales (Coulson & Hernández, 1985). Los Crocodylia no digieren fácilmente proteína de origen vegetal (Coulson *et al.* 1987); sinembargo es posible sustituir, en su dieta, proteína por carbohidratos como fuente de energía (Staton & Edwards, 1987). En *Crocodylus niloticus* se han observado consumos de 0.8% (Cott, 1961) y 3.8% de su peso por día (Graham, 1968) y experimentalmente se han otorgado suministros de alimento a *A. mississipiensis* equivalentes a 25% del peso corporal cada semana con frecuencias de 5 y 3 días (Mcnease & Joanen, 1981) o de 24% hasta 34% del peso corporal/semana en *Caiman crocodyus fuscus* (Rodríguez, 1988) comparados con 20% hasta 30% del peso/mes y frecuencias de 3 y 5 días en las condiciones de este trabajo.

Materiales y métodos

1. LUGAR DEL EXPERIMENTO. El espécimen estudiado (una hembra juvenil de cocodrilo del Orinoco, *C. intermedius*) se mantuvo en cautividad en la Estación de Biología Tropical Roberto Franco, ETBRF, (Universidad Nacional de Colombia) en la ciudad de Villavicencio a 450 m.s.n.m. y Temperatura promedio de 25.4°C. El ejemplar había ingresado a la EBTRF en enero de 1986 por donación del señor Simón Tello, procedente de Caño Yatea, bocas del río Guachiría (Casanare, Colombia). En marzo 4 de 1987 cuando se midió por primera vez tuvo 610 mm. de longitud total (LT), 305 mm. de cabeza-cuerpo (punta de la nariz a la cloaca) y un peso total (PT de 700 gr.).

2. ALIMENTACIÓN Y MANEJO EXPERIMENTAL. Para efectos de este reporte se consideran tres etapas:

Etapa A: hasta julio de 1988, el espécimen fue alimentado con un regimén dietético oportunístico no preestablecido (carnes rojas, pescado y mayormente vísceras) y con frecuencias alimentarias variables y ocasionalmente restringidas. Sólo habían sido tomados registros de crecimiento en noviembre de 1987 y mayo de 1988 (datos históricos).

Etapa B: a partir de agosto de 1988 hasta enero de 1989 se inició una fase exploratoria en cuanto a calidad, cantidad y frecuencia de suministro alimentario concomitantes con registros de crecimiento mensuales (Longitud Total, LT; Longitud del cuerpo y Peso Total, PT).

Etapa C. Fase experimental: con base en la preparación de una dieta estandard mediante embutidos (80% de pescado; 15% de carne roja; 2% de premezcla de Vita Min Veti Pharma ®. más 3% de sales minerales Caja Agraria ® que contenía 10% de P, 17% de Ca y 14 p.p.m. de Se) se suministró, desde febrero hasta diciembre de 1989, dos cantidades equivalentes al 20% y 30%/mes del PT del ejemplar ajustable cada mes con respecto a la nueva biomasa total/mes adquirida por el ejemplar y repartidas en suministros proporcionales en peso cada vez con frecuencias alimentarias de 3 y 5 días, así: de febrero a abril se suministró en comida/mes el 20% de la biomasa/mes, cada 5 días (Experimento I); de mayo a agosto el 30%, con frecuencia de 5 días (Experimento II) y, de septiembre a diciembre el 30% con suministro de alimento cada tres días (Experimento III). Los registros de LT (Longitud Total en mm.) y PT (Peso Total en gr.) se tomaron cada mes.

3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN. Se registran las curvas de crecimiento (longitud y peso) en relación con el consumo de alimento/mes y se calculan la eficiencia biológica de la misma y su conversión. La dinámica de crecimiento y desarrollo se analiza con base en el cálculo de los coeficientes de crecimiento/día (PT y LT), asumiendo una tasa constante (Balschelett, 1978), así: $q^n = 1 + p/100$, donde $\mathbf{q}^n$ determina el crecimiento en el período **n** (días/mes) y **p** es el índice de crecimiento ajustado a los nuevos valores de crecimiento adquiridos por el ejemplar, cada mes.

Resultados

1. CURVAS DE CRECIMIENTO (PESO Y LONGITUD) La Fig. 1 muestra la tendencia del crecimiento lineal (Longitud Total, LT, en mm., puntos negros) y en términos de biomasa (Peso Total, PT, en gr., áreas sombreadas), de acuerdo con los

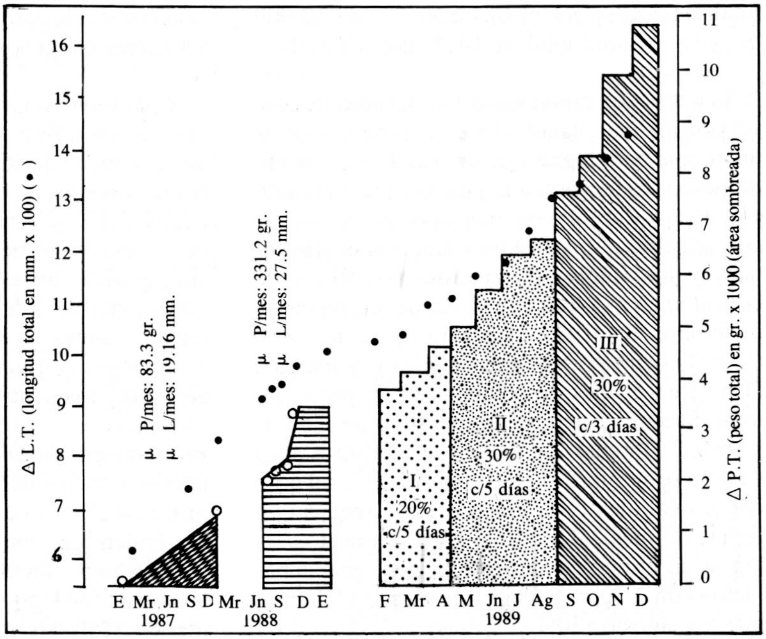


Figura 1. Curvas de crecimiento en Longitud Total (LT,) y Peso Total (PT, área sombreada) en relación con la cantidad y frecuencia de suministro de alimento (Experimentos I, II y III). 1987: datos históricos; 1988: fase exploratoria; 1989: fase experimental.

registros históricos (hasta marzo de 1988) o los correspondientes con la fase exploratoria (agosto de 1988 hasta enero de 1989) y con la fase experimental (I, II y III) desde febrero hasta diciembre de 1989. No se calcularon las curvas de regresión respectivas por considerar que carecen de valor de predicción y de comparación.

La edad probable del ejemplar estudiado cuando se comenzó este registro (agosto de 1988) no podía ser menor a 30 meses y si la talla en marzo de 1988 era de 840 mm., con 1700 gr. de peso total, se debe admitir que el animal estuvo sujeto a un régimen de subnutrición mediana a severa. Hasta agosto de 1988 no se habían llevado registros de consumo ni de calidad de la dieta suministrada para este ejemplar.

El promedio de incremento de peso/mes entre marzo de 1987 a marzo de 1988 fue de 83.3 gr. con una tasa de crecimiento promedio en longitud/mes de 19.16 mm. para el mismo período. Por comparación, los valores promedio para las mismas medidas, entre agosto de 1988 a enero de 1989 fueron de 331.2 gr. y 27.5 mm., respectivamente, con suministros/mes de alimentos proporcionalmente equivalentes en gr. a la biomasa del animal objeto de experimentación que variaron entre 22.55% y el 42.2%/mes y con frecuencias alimentarias de 4, 5, 7 y 10 días. Se ensayó con carne roja solamente; pez, solamente; pez y ratón o carne roja, pez y ratón como fuente de alimentación. En estas condiciones la eficiencia biológica fluctuó entre 39.47% y 55.55% siendo esta última coincidente con el mes de septiembre cuando se suministró comida cada 10 días consistente en 150 gr. de carne roja (primer suministro), 150 gr. de pescado (segundo suministro) y un ratón de 150 gr. (tercer suministro).

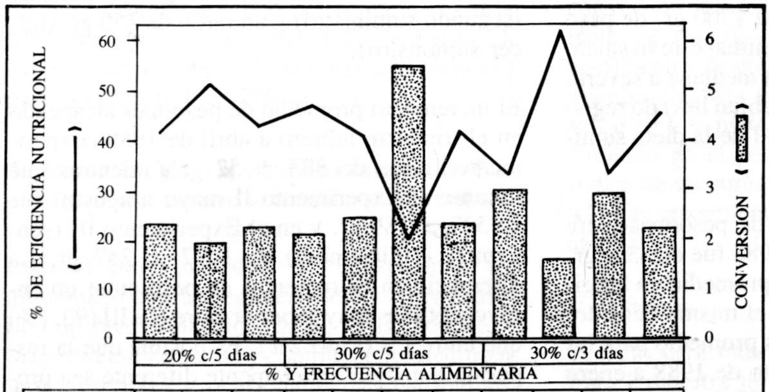
El incremento promedio de peso/mes alcanzado en el trimestre febrero a abril de 1989 (Experimento I) fue de 383 ± 52 gr., mientras que durante el Experimento II mayo a agosto) fue de 537 ± 189 gr. y en el Experimento III (septiembre a diciembre) de 1037 ± 357 gr. La diferencia en incrementos de peso entre un ensayo y otro es muy superior entre II a III (93.1%) que entre I y II (40.2%). Es posible que la respuesta tan significativamente diferente sea propia de la edad de desarrollo del individuo o a otros factores adicionales al aumento y frecuencias alimentarias. En diciembre de 1989 el peso total alcanzado por el ejemplar fue de 10.900 gr. y la longitud total de 1415 mm. (Fig. 1).

2. EFICIENCIA Y CONVERSIÓN El concepto de conversión indica cuánto alimento debe consumir un animal para lograr una unidad de incremento de peso y es recíproco al porcentaje de eficiencia. Estas variables se muestran en la Fig. 2, con relación al porcentaje y frecuencia alimentaria y los valores de crecimiento (PT) y de consumo en gr., mes a mes, desde febrero hasta diciembre de 1989. La mínima conversión (5.49:1) ocurrió en el mes de julio y la máxima (1.6:1) en el mes de octubre con un promedio total durante el tiempo de muestreo de 2.63 ± 0.98 gr. Durante los meses de febrero a abril cuando se suministró en comida el 20% del peso del animal/mes cada cinco días se requirió en promedio/mes 2.22 ± 0.23 gr. de alimento para lograr un gramo de aumento de peso en comparación con 3.12 ± 1.58 gr./mes requeridos entre mayo y agosto (30% c/5 días) y 2.45 ± 0.66 gr./mes entre septiembre y diciembre (30% c/3 días). Las altas variaciones en la capacidad anabólica (de asimilación de alimento) durante los Experimentos II (30% c/5 días) y III (30% c/3 días), donde recíprocamente con los valores de conversión se registran los valores de eficiencia nutricional mínima (18.2% en julio) y máxima (61.87% en octubre), no pueden explicarse a menos que se considere hipotéticamente la influencia de factores endógenos como ciclos periódicos de desarrollo y crecimiento o debidos a factores exógenos.

3. CRECIMIENTO EN RELACION CON % Y FRECUENCIAS/MES DE ALIMENTO. La Fig. 3 muestra el efecto de la cantidad de alimento y frecuencia de suministro sobre los incrementos/mes de crecimiento (△PT/△LT) y la relación entre ellos △PT/△L cada mes). La dispersión de puntos son la expresión gráfica (línea imaginaria continua) de las variaciones de la relación △PT/△LT cada mes (cuyos valores se tabulan en la parte inferior) en relación con el cambio experimental de la cantidad y frecuencias de suministro de la dieta.

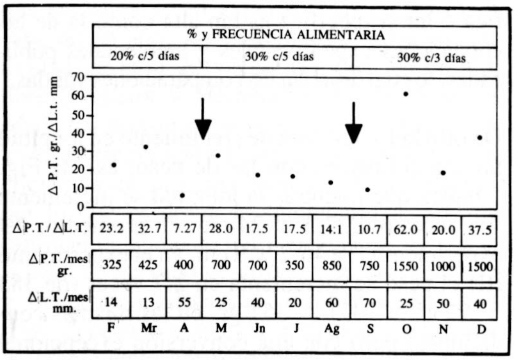
El incremento/mes en longitud (△LT) es oscilatorio a través del tiempo siendo mínimo (13 mm.) en el mes de marzo y máximo (70 mm.) en septiembre, con un promedio/mes de 37.45 ± 18.6 mm. Sin embargo, el aumento/mes en biomasa (△ PT gr.) es progresivo con el tiempo (desde 3850 gr. en el mes de febrero hasta 10.900 en diciembre).

Los cambios de velocidad de crecimiento (△ PT y △ LT) no se correlacionan linealmente entre sí y la relación △PT/△LT, que nos indica el incremento de peso (en gramos) por unidad de longitud (mm.), es una medida relativa que nos facilita entender mejor la respuesta fisiológica del individuo, como un todo, a las variaciones alimenticias, así: el valor máximo de incremento



Consumo mes	770	835	920	1500	1710	1920	2025	2280	2505	2970	3270
PT/mes gr.	3850	4175	4600	5000	5700	6400	6750	7600	8350	9900	10900
MES/1989	F	Mr	A	Mv	Jn	J	Ag	S	O	N	D

Figura 2. Porcentaje de Eficiencia nutricional (——) y Conversión de alimento (▬) en relación con la cantidad y frecuencia de suministro de la dieta, mes a mes.



	F	Mr	A	M	Jn	J	Ag	S	O	N	D
ΔP.T./ΔL.T.	23.2	32.7	7.27	28.0	17.5	17.5	14.1	10.7	62.0	20.0	37.5
ΔP.T./mes gr.	325	425	400	700	700	350	850	750	1550	1000	1500
ΔL.T./mes mm.	14	13	55	25	40	20	60	70	25	50	40

Figura 3. Incremento de Peso Total (PT) en grs. por cada mm. de crecimiento en Longitud Total (LT), mes a mes, en relación con cantidad y frecuencia de suministro de alimento. Las flechas indican los cambios experimentales en la dieta.

de peso por cada Δ mm. en el experimento I fue de 32.7 gr. en el mes de marzo pero sólo de 28 gr./mm. en el mes de mayo (experiemnto II) y de 62 gr./mm. en octubre (experimento III); por el contrario, los mínimos rendimientos de peso/longitud ocurrieron en los meses de abril (7.27 gr./mm., experimento I), agosto (14.1 gr./mm., experimento II) y septiembre (10.7 gr./mm., experimento III). La línea imaginaria que perfila los puntos de dispersión de los valores Δ PT/ΔLT mm. muestra que con los cambios en cantidad y/o frecuencias alimentarias (flechas, Fig. 3) ocurren cambios en la relación Peso/Longitud que parecen indicar un mayor crecimiento en longitud durante el experimento II (30% c/5 días) con relación al peso, mientras que en el experimento III (30% c/3 días) ocurre lo contrario. Si se compara el perfil de la curva de la Fig. 3 con las de la Fig. 2 es fácil colegir que la relación ΔPT/ΔLT se relaciona de una manera positiva con la eficiencia biológica nutricional de tal forma que, como es obvio esperar, esta medida sea más un indicio del efecto de la dieta sobre el peso que sobre la longitud. Los cambios cíclicos de ΔPT/ΔLT también pueden significar tasas de desarrollo diferenciales alternantes, con el tiempo, para peso y longitud.

4. **TASA DE CRECIMIENTO CONSTANTE EN RELACION CON % Y FRECUENCIAS ALIMENTARIAS.** Con el propósito de hacer comparables los cambios en crecimiento cada mes, se calculan los coeficientes de crecimiento diario por mes para el peso (gr.) y la longitud (mm.) asumiendo que el ejemplar crece a una velocidad constante con base en los nuevos valores de incremento real (ΔPT/ΔLT) alcanzados cada mes consecutivamente. En la Fig. 4 se muestran los ΔPT(gr.) y ΔLT(mm.) por día/mes con sus respectivos coeficientes de crecimiento constantes y los promedios/mes/tratamiento con sus respectivas covarianzas.

El coeficiente de crecimiento durante el mes de febrero (0.27) correspondiente con el ΔPT gr./día para el mismo día significa que el crecimiento diario en peso para ese mes fue de 0.27% con base en el peso total al inicio del mes y equivale a 10.8 gr./día; de igual manera se interpreta el coeficiente de crecimiento/día (0.042) para la LT cuyo incremento constante diario, en febrero, fue de 0.46 mm. Estos valores constantes son proporcionales a los crecimientos/mes (PT en gr. y LT en mm.) registrados en la Fig. 3. De acuerdo con los valores tabulados se calculan los coeficientes promedios por experimento (tratamientos) cuyas barras en la parte superior indican el incremento progresivo de los coeficientes de crecimiento para peso cuando se aumenta la cantidad y frecuencia de alimentación, siendo de 0.29 en promedio para el experimento I, de 0.34 para el experimento II y de 0.407 para el experimento III. En las mismas condiciones los coeficientes de crecimientos constantes para la LT son de 0,096 (experimento I), 0.13 (experimento II) y 0.10 experimento III. Los resultados no son fácilmente explicables dada la multiplicidad de factores endógenos o ambientales que los afectan tal como lo reflejan las covarianzas de los coeficientes de crecimiento para el peso diario/mes (8.9%, 34.2% y 28%) y los de longitud (62.5%, 43.0% y 30%) en los experimentos I, II y III respectivamente.

Discusión

De acuerdo con los datos presentados en las Fig. 1 y 4, el crecimiento promedio diario de la longitud del ejemplar estudiado entre febrero y diciembre de 1989 fue de 1.24 mm/día, comparados con 0.6 ± 0.24 mm/día de 6 ejemplares de *C. inter-*

nejo alimentario según edad y época reproductiva y la valoración de dietas sobre la eficiencia reproductiva, fecundidad y fertilidad. La cría en cautividad debe estar asociada a una rigurosa selección genética de los caracteres indicativos de productividad (rápido crecimiento con buenas conversiones, alta adaptabilidad a la cautividad y eficiencia reproductiva).

Agradecimientos

Agradezco al Biólogo Miguel Rodríguez por las oportunas sugerencias para la formulación de la dieta planteada en este trabajo y a los señores César Urueña y Custodio Perilla, auxiliares de la Estación de Biología Tropical Roberto Franco, por el interés y la meticulosidad con que colaboraron en el desarrollo experimental del mismo. Este trabajo fue soportado económicamente por la EBTRF (Universidad Nacional de Colombia).

Literatura citada

Balschelett, E. 1978. Matemáticas para biocientíficos. Ed. Dossat, S.A. Madrid, España.

Chabreck, R.A. & T. Joanen. 1979. Growth rates of american Alligators in Lousiana. *Herpetológica.* 35: 51-57.

Cott, H.B. 1961. Scientific results of an enquiry into to ecology and economic status of the Nile Crocodile (*Crocodylus niloticus*) in Uganda and Northern Rhodesia. *Trans. Zoo. Soc. Lnd.* 29(4): 211-356.

Coulson, R.A. & T.H. Hernández 1983. *Alligator metabolism. Studies on chemical reactions in vivo.* Pergammon Press, New York.

Coulson, T.D., R.A. Coulson & T.H. Hernández. 1973. Some observations on the growth captive alligators. *Zoológica* 58: 47-52.

Coulson, R.A., T.D. Coulson, Hebert & M.A. Staton 1987. Protein nutrition in the alligator. Comp. Biochem. *Physiol.* 87A(2): 449.

Dowling, H.G. & P. Brazaitis 1966. Size and growth in captive crocodilians. *Int. Zoo. YearB.* 6: 256-270.

Gorzula, S. (Sin fecha) The managment of crocodilians in Venezuela. 91-101. In: *Wildlife Managment: Crocodiles and alligator.* Ed. by Grahama J.W. et al. Whitehead Surrey Beatty and Sons PTY Lted.

Graham, A. 1968. The Lake Rudolf crocodile (*Crocodylus niloticus* Laurenti). Report to the Kenya Game. Department by wildlife Services Limited.

Lieberman, A. & P. Hildebrand Von. 1979. *La cría de la babilla en cautiverio* (*Caiman crocodilus fuscus*) *en la Costa Norte de Colombia.* Informe Cuerpo de Paz, INDERENA, Bogotá.

Macgillivray, A.M. 1832. *The travel and researchs of Alexander von Humboldt.* Harper & Brothers, Publishers. New York.

McNease, L. & T. Joanen. 1981. *Nutrition of alligators.* Alligator Production Conference. Gainesville, Florida, U.S.A.

Medem, F. 1981. *Los Crocodyla de Colombia.* Vol. 1. COLCIENCIAS, Bogotá, Colombia.

Pachon, E. 1982. Algunos aspectos relativos a la conservación y manejo de crocodylia en Colombia. División de Fauna Terrestre, INDERENA (mimeografiado).

Rodriguez, M.A. 1988. Anotaciones sobre el crecimiento de neonatos y juveniles de *(Caiman crocodilus fuscus)* (Cope, 1868) (crocodylia: alligatoridae), Trianea 1:71-77.

Rodriguez, E. & M.A. Rodríguez 1989. Evaluación del crecimiento y levante de neonatos y juveniles de *Crocodylus acutus* Cuvier (crocodylia: crocodylidae) durante 1987-1988 en el centro experimental de Fauna silvestre de San Marcos (Sucre). *Trianea* 3: 53-60.

Staton, M.A. & H.M. Edwards Jr. 1987. *Studies on Alligator nutrition. Proceedings:* Nutrition Conference for the feed Industry. Atlanta, Georgia.